



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 51 521 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 25 J 3/04

2 Aktenzeichen: 199 51 521.2  
2 Anmeldetag: 26. 10. 1999  
5 Offenlegungstag: 3. 5. 2001

DE 199 51 521 A 1

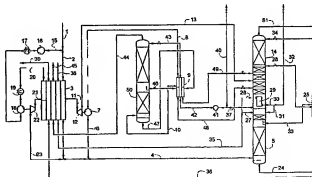
11 Anmelder:  
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

17 Erfinder:  
Rottmann, Dietrich, Dipl.-Ing., 81737 München, DE;  
Kunz, Christian, Dipl.-Ing., 81479 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung eines Druckprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft

57 Das Verfahren und die Vorrichtung dienen zur Gewinnung eines Druckprodukts (45) durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in einem Rektifiziersystem, das eine Drucksäule (5) und eine Niederdrucksäule (14) aufweist. Verdichtete und gereinigte Einsatzluft (1, 4) wird in die Drucksäule (5) eingeführt. Mindestens eine Fraktion (24) aus der Drucksäule (5) wird entspannt (26) und in die Niederdrucksäule (14) eingespeist. Eine sauerstoffreiche Fraktion (37, 42) aus der Niederdrucksäule (14) wird flüssig auf Druck gebracht (41) und auf eine Mischsäule (50) aufgegeben (43). Ein Wärmeträgerstrom (1, 2, 6, 8, 10) wird in den unteren Bereich der Mischsäule (50) eingeleitet und in Gegenstromkontakt mit der sauerstoffreichen Fraktion (43) gebracht. Aus dem oberen Bereich der Mischsäule (50) wird ein gasförmiges Kopfprodukt (44) entnommen und als Druckprodukt (45) gewonnen. Der Wärmeträgerstrom (6) wird vor seiner Einleitung (8, 9) in die Mischsäule (50) kaltverdichtet (7).



DE 199 51 521 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung eines Druckprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in einem Rektifiziersystem, das eine Drucksäule und eine Niederdrucksäule aufweist, wobei dieses Verfahren die im Patentspruch 1 aufgeführten Schritte a bis e umfaßt.

Das Rektifiziersystem der Erfindung kann als Zweisäulensystem, beispielsweise als klassisches Doppelsäulensystem, ausgebildet sein, aber auch als Drei- oder Mehrsäulensystem. Es kann zusätzlich zu den Kolonnen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung weitere Vorrichtungen zur Gewinnung anderer Luftkomponenten, insbesondere von Edelgasen (beispielsweise Krypton, Xenon und/oder Argon) aufweisen.

Die sauerstoffreiche Fraktion, die als Einsatz für die Mischsäule verwendet wird, weist eine Sauerstoffkonzentration auf, die höher als diejenige von Luft ist und beispielsweise bei 70 bis 99,5 mol%, vorzugsweise bei 90 bis 98 mol% liegt. Unter Mischsäule wird eine Gegenstromkontaktkolonne verstanden, in der eine leichtflüchtige gasförmige Fraktion einer schwererflüchtigen Flüssigkeit entgegen geschickt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Gewinnung von gasförmigem unreinen Sauerstoff unter Druck. Als unreiner Sauerstoff wird hier ein Gemisch mit einem Sauerstoffgehalt von 99,5 mol% oder weniger, insbesondere von 70 bis 99,5 mol% verstanden. Die Produktdrücke liegen beispielsweise bei 4 bis 16 bar, vorzugsweise bei 5 bis 12 bar. Selbstverständlich kann das Druckprodukt bei Bedarf in gasförmigem Zustand weiter verdichtet werden.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist aus der EP 531182 A1 bekannt. Hier wird flüssiger Sauerstoff gepumpt und auf eine Mischsäule aufgegeben, in deren Sumpf ein Teilstrom der Luft als Wärmeträgerstrom eingeblasen wird. Das gasförmige Kopfprodukt der Mischsäule wird gegen Luft angewärmt und als Druckprodukt abgeführt. Damit kann das Produkt unter dem Druck der Mischsäule gewonnen werden. Die Mischsäulenluft muß vor der Einspeisung auf einen Druck gebracht werden, der mindestens gleich dem Mischsäulendruck ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art und eine entsprechende Vorrichtung anzugeben, die einen relativ geringen Energieverbrauch aufweisen.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Wärmeträgerstrom vor seiner Einleitung in den unteren Bereich der Mischsäule kaltdichtet wird. Unter "Kaltdichtung" wird hier ein Verdichtungsverfahren verstanden, in dem das zu verdichtende Medium (hier: der Wärmeträgerstrom) bei einer Temperatur eintritt, die deutlich unterhalb des Gefrierpunkts von Wasser liegt, insbesondere unterhalb von 230 K. Bei der Erfindung tritt der Wärmeträgerstrom vorzugsweise bei einer Temperatur von 95 bis 150 K in die Kaltdichtung ein.

Hierdurch kann die Druckerhöhung im Wärmeträgerstrom, die für einen Betrieb der Mischsäule unter höherem als Drucksäulendruck notwendig ist, auf energetisch besonders günstige Weise vorgenommen werden.

Die Verwendung eines Kaltverdichters bei der Erzeugung eines sauerstoffreichen Druckprodukts ist an sich bekannt. So wird beispielsweise in EP 624767 A1 oder in SU 748098 vorgeschlagen, gasförmiges Sauerstoffprodukt aus einem Rektifiziersystem durch Kaltverdichtung auf seinen Produktdruck zu bringen. Demgegenüber wird bei der Erfindung nicht das gasförmige Produkt selbst kaltdichtet, sondern ein Wärmeträgerstrom, der in eine Mischsäule ge-

leitet wird, aus der das Druckprodukt abgezogen wird. Überraschenderweise hat sich dabei herausgestellt, daß die Verwendung eines Kaltverdichters an dieser Stelle einen größeren Effekt hat als die unmittelbare Kaltverdichtung des Produkts selbst. Beim gleichen Produktdruck ergibt sich damit ein Energievorteil auch gegenüber anderen Prozessen mit Kaltverdichtung.

Vorzugsweise wird die Einsatzluft auf einen ersten Druck verdichtet, der höher als der Betriebsdruck der Drucksäule ist. Ein erster Teilstrom der auf den ersten Druck verdichteten Einsatzluft wird in die Drucksäule eingeführt. Ein zweiter Teilstrom der auf den ersten Druck verdichteten Einsatzluft bildet den Wärmeträgerstrom und wird der Kaltverdichtung zugeführt. Dabei ist es günstig, wenn beide Luftteilströme gemeinsam in einem Hauptwärmetauscher gegen Rückströme abgekühlt werden. Nach Austritt aus dem kalten Ende des Hauptwärmetauschers wird dann der zweite Teilstrom abgezweigt und unmittelbar zur Kaltverdichtung geführt.

Der erste Druck liegt vorzugsweise geringfügig oberhalb des Betriebsdrucks der Drucksäule, so daß der ernte Teilstrom ohne weitere druckverändernde Maßnahme in die Drucksäule eingeführt werden kann. Die Differenz zwischen erstem Druck und Drucksäulendruck wird in diesem Fall so gewählt, daß der erste Teilstrom gerade die Strömungswiderstände in den zwischen Verdichtung und Drucksäule liegenden Apparaten wie Reinigungseinrichtung, Wärmetauscher und/oder Leitungen überwinden kann. Vorzugsweise wird die Gesamtluft gemeinsam in einem Luftverdichter auf den ersten Druck verdichtet und anschließend einer Reinigung unterworfen.

Stromabwärts der Kaltverdichtung wird der Wärmeträgerstrom vorzugsweise in indirektem Wärmeaustausch mit der sauerstoffreichen Fraktion stromaufwärts der Einleitung in die Mischsäule gebracht. Somit wird die bei der Kaltverdichtung entstandene Kompressionswärme entfernt und der Wärmeträgerstrom auf etwa die Betriebstemperatur der Mischsäule abgekühlt. Dies führt zu einer besonders günstigen Betriebsweise der Mischsäule.

Energetisch besonders günstig ist es, wenn ein Prozeßstrom arbeitsleistend entspannt wird und mindestens ein Teil der bei der arbeitsleistenden Entspannung des Prozeßstroms erzeugten Energie zum Antrieb der Kaltverdichtung eingesetzt wird. Vorzugsweise ist der Kaltverdichter mechanisch mit der Entspannungsmaschine gekoppelt, in der die arbeitsleistende Entspannung des Prozeßstroms durchgeführt wird. Apparativ am einfachsten ist es, wenn die Entspannungsmaschine ausschließlich durch den Kaltverdichter gebremst wird.

Der Prozeßstrom wird beispielsweise durch einen weiteren (dritten) Teilstrom der Einsatzluft gebildet, der nach der arbeitsleistenden Entspannung in die Niederdrucksäule eingeleitet wird. Hier ist eine Kopplung mit dem Kaltverdichter besonders günstig. Der Druck beim Eintritt in die arbeitsleistende Entspannung kann beispielsweise etwa gleich dem Betriebsdruck der Drucksäule oder höher sein. Bei der Auslegung dieser Verfahrensvariante ist eine Optimierung des Mengenstroms der in die Niederdrucksäule entspannten Luft und der in dieser Säule zu erreichenden Reinheit des Sauerstoffprodukts in Abhängigkeit von dem gewünschten Druck und der gewünschten Reinheit im Endprodukt vorzunehmen.

Zusätzlich oder alternativ kann ein anderer (hier als "vierter" bezeichneter) Teilstrom der Einsatzluft nachverdichtet, arbeitsleistend entspannt und in die Drucksäule eingeleitet werden. Grundsätzlich ist es auch hier möglich, mechanische Energie auf den Kaltverdichter zu übertragen. Vorzugsweise ist die Entspannungsmaschine für den vierten Teilluft-

strom jedoch mit einem warmen Nachverdichter gekoppelt, in dem der vierte Teilstrom stromaufwärts seiner arbeitsleistenden Entspannung komprimiert wird. Durch die arbeitsleistende Entspannung des vierten Teilstroms kann die für den Ausgleich von Kälteverlusten und gegebenenfalls für die Produktverflüssigung notwendige Kälte erzeugt werden.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Gewinnung eines Druckprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft gemäß Patentanspruch 8.

Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung und Fig. 2 und 3 Varianten dieses Ausführungsbeispiels.

In Fig. 1 ist ein Zweisäulenprozeß mit Drucksäule 5 und Niederdrucksäule 14 dargestellt. Sie werden in dem konkreten Beispiel unter einem Betriebsdruck von ca. 5,0 bar beziehungsweise 11,3 bar (jeweils am Kopf) betrieben. Hier können neben dem gasförmigen Druckprodukt auch kleinere Mengen flüssigen Sauerstoffs und/oder flüssigen Stickstoffs erzeugt werden. Über Leitung 1 wird gereinigte Luft unter einem Druck von 5,1 bar herangeführt (Luftverdichter und Luftreinigung sind nicht dargestellt) und in dem Ausführungsbeispiel in insgesamt vier Teilstrome aufgeteilt.

Ein erster Luftteilstrom strömt über Leitung 2 in einen Hauptwärmetauscher 3 ein, wird dort gegen Rückströme auf etwa Taupunkttemperatur abgekühlt und schließlich über Leitung 4 direkt in den unteren Bereich einer Drucksäule 5 eingespeist. Ein zweiter Teilstrom der Einsatzluft wird gemeinsam mit dem ersten durch den Hauptwärmetauscher 3 geführt, über Leitung 6 abgezweigt und in einem Kaltverdichter 7 auf etwa 9,1 bar nachverdichtet. Die kaltverdichtete Luft 8 wird in einem Wärmetauscher 9 abgekühlt und schließlich über Leitung 10 einer Mischsäule 50 zugeführt, und zwar unmittelbar oberhalb des Sumpfs. Der Betriebsdruck der Mischsäule 50 an dieser Stelle beträgt etwa 9,0 bar.

Ein dritter Teilstrom der Luft wird ebenfalls gemeinsam mit dem ersten und dem zweiten Teilstrom in den Hauptwärmetauscher 3 eingeführt, aber nur bis auf eine erste Zwischentemperatur abgekühlt. Unter dieser Zwischentemperatur strömt er über Leitung 11 zu einer ersten Turbine 12 und wird dort arbeitsleistend auf etwa 1,4 bar entspannt. Der entspannte dritte Teilstrom 13 der Luft wird direkt in die Niederdrucksäule 14 eingespeist.

Bereits im Warmen wird ein vierter Teilstrom 15 der Einsatzluft abgezweigt. Er wird in zwei Nachverdichtern 16, 18 auf etwa 26 bar nachverdichtet und hinter jeder Stufe nachgekühlt (17, 19). Der hochverdichtete vierte Teilstrom 20 wird im Hauptwärmetauscher auf eine zweite Zwischentemperatur abgekühlt, die gleich, höher oder niedriger als die Eintrittstemperatur der ersten Turbine 12 ist. Unter dieser zweiten Zwischentemperatur wird er über Leitung 21 einer zweiten Turbine 22 zugeleitet, dort arbeitsleistend auf etwa 5,1 bar entspannt und schließlich über die Leitungen 23 und 4 der Drucksäule 5 zugeführt. Während der erste Nachverdichter 16 mittels externer Energie angetrieben wird, ist der zweite Nachverdichter 18 über eine gemeinsame Welle oder ein Getriebe mechanisch mit der zweiten Turbine 22 gekoppelt.

Rohsauerstoff 24 aus dem Sumpf der Drucksäule 5 wird – gegebenenfalls nach Unterkuhlung im Unterkuhlungsgegenströmer 25 – in die Niederdrucksäule 14 eingeblasen (26). Kopfstickstoff 27 der Drucksäule 5 wird mindestens zu einem ersten Teil 28 in einem Hauptkondensator 29 gegen verdampfende Sumpfflüssigkeit der Niederdrucksäule 14

kondensiert. Mindestens ein Teil 31 des dabei gebildeten Kondensats 30 wird als Rücklauf auf die Drucksäule aufgegeben. Über Leitung 32 kann bei Bedarf ein Flüssigstickstoffprodukt abgezogen werden. Von einer Zwischenstelle, die etwa 5 bis 20 theoretische beziehungsweise praktische Böden unterhalb des Kopfs liegt, wird über Leitung 33 eine stickstoffreiche Flüssigkeit abgezogen, nach Durchströmen des Unterkuhlungsgegenströmers 25 entspannt (34) und als Rücklauf auf die Niederdrucksäule 14 aufgegeben.

Ein zweiter Teil 35 des Kopfstickstoffs 27 der Drucksäule 5 wird im Hauptwärmetauscher 3 auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und als gasförmiges Druckstickstoffprodukt 36 abgegeben.

Die Niederdrucksäule 14 verlassen zwei Ströme, nämlich stickstoffreiches Restgas 51 am Kopf und sauerstoffreiche Flüssigkeit 37 am Sumpf. Das Restgas 51 strömt zum Unterkuhlungsgegenströmer 25 und weiter über Leitung 38 zum Hauptwärmetauscher 3. Es verläßt den Hauptwärmetauscher 3 unter etwa Umgebungstemperatur über Leitung 39 und kann als trockenes Nebenprodukt und/oder als Regeniergas für das Adsorbieren der nicht dargestellten Luftreinigung verwendet und/oder in die Atmosphäre abgelassen werden.

Die sauerstoffreiche Flüssigkeit 37 vom Sumpf der Niederdrucksäule 14 weist in dem Ausführungsbeispiel eine Reinheit von ca. 98 mol% auf. Sie kann teilweise über Leitung 40 als Flüssigsauerstoffprodukt gewonnen werden. Ansonsten wird sie mittels einer Pumpe 41 oder einem anderen bekannten Mittel in flüssigem Zustand auf einen Druck von etwa 10 bar gebracht, über Leitung 42 und – nach Anwärmung im Wärmetauscher 9 – weiter über Leitung 43 zur Mischsäule 50 gefördert. Die Einspeisestelle liegt vorzugsweise am Kopf der Mischsäule 50. Der Mischsäule 50 wird ein gasförmiges Kopfprodukt 44 entnommen. Nach Anwärmung im Hauptwärmetauscher 3 bindet dieses ein gasförmiges Sauerstoff-Druckprodukt 45.

Von einer Zwischenstelle der Mischsäule 50 und von deren Sumpf werden zwei Flüssigströme 46, 47 abgezogen und nach Unterkuhlung im Wärmetauscher 9 der Niederdrucksäule 14 zugeleitet (Leitung 48 beziehungsweise 49). Die Unterkuhlung in 9 dient der Reduzierung der Flashgasmenge beim Eindrosseln in die Niederdrucksäule 14.

Der in Fig. 2 dargestellte Prozeß unterscheidet sich von demjenigen aus Fig. 1 durch einen höheren Eintrittsdruck an der ersten Turbine 12. Dieser wird dadurch bewirkt, daß der dritte Teilstrom der Luft vor seiner Einleitung 251 in den Hauptwärmetauscher 203 in einen Nachverdichter 216 auf einen Druck von beispielsweise 10 bar komprimiert wird. Damit kann die Antriebsleistung für den Kaltverdichter erhöht werden. Über einen entsprechend größeren Mischsäulenruck wird ein höherer Produktdruck von beispielsweise 11 bar im Sauerstoff-Druckprodukt erreicht. Umgekehrt kann bei gleichbleibendem Mischsäulenruck die Menge der in die Niederdrucksäule eingeblasenen Luft verringert und damit der Trennvorgang in dieser Kolonne verbessert werden.

Falls auch ein vierter Luftstrom 252 existiert, der über eine zweite Turbine 221 in die Drucksäule entspannt wird, ist eine teilweise gemeinsame Nachverdichtung 216 und Nachkühlung 217 des dritten und des vierten Teilstroms günstig. In dem Beispiel verzweigen der dritte Teilstrom 251 und der vierte Teilstrom 252 hinter dem Nachkühler 217. Der erste und der zweite Luftteilstrom werden in dem Beispiel unabhängig vom dritten Teilstrom gemeinsam durch den Hauptwärmetauscher 3 geführt (202).

Auch Fig. 3 entspricht weitgehend Fig. 1, allerdings ist in dem hier skizzierten Verfahren die zweite Turbine 322 an einen Generator 353 gekoppelt. Dies ist apparativ günstiger

und daher in bestimmten Anwendungsfällen zu bevorzugen.

In den Ausführungsbeispielen werden die Stoffaustausch-  
elemente in der Niederdrucksäule durch geordnete Packun-  
gen und in der Drucksäule sowie in der Mischsäule durch  
Siebböden gebildet. Grundsätzlich können jedoch bei dem  
Verfahren und der Vorrichtung der Erfindung und bei dem  
Ausführungsbeispiel konventionelle Stoffaustauschböden  
(zum Beispiel Siebböden), Füllkörper (ungeordnete Pak-  
kung) und/oder geordnete Packung in jeder der Säulen ein-  
gesetzt werden. Auch Kombinationen verschiedenartiger  
Elemente in einer Säule sind möglich. Vorzugsweise werden  
die Stoffaustauschelemente in Druck- und Mischsäule min-  
destens teilweise durch Böden und in der Niederdrucksäule  
mindestens teilweise durch geordnete Packung gebildet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung eines Druckprodukts (45) durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in einem Rektifiziersystem, das eine Drucksäule (5) und eine Niederdrucksäule (14) aufweist, bei dem
  - a. verdichtete und gereinigte Einsatzluft (1, 4) in die Drucksäule (5) eingeführt wird,
  - b. mindestens eine Fraktion (24) aus der Drucksäule (5) entspannt (26) und in die Niederdrucksäule (14) eingespeist wird,
  - c. eine sauerstoffreiche Fraktion (37, 42) aus der Niederdrucksäule (14) flüssig auf Druck gebracht (41) und auf eine Mischsäule (50) aufgegeben (43) wird,
  - d. ein Wärmeträgerstrom (1, 2, 6, 8, 10) in den unteren Bereich der Mischsäule (50) eingeleitet und in Gegenstromkontakt mit der sauerstoffreichen Fraktion (43) gebracht wird und
  - e. aus dem oberen Bereich der Mischsäule (50) ein gasförmiges Kopfprodukt (44) entnommen und als Druckprodukt (45) gewonnen wird,
 dadurch gekennzeichnet, daß
  - f. der Wärmeträgerstrom (6) vor seiner Einleitung (8, 9) in die Mischsäule (50) kaltverdichtet (7) wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsatzluft auf einen ersten Druck verdichtet wird, der höher als der Betriebsdruck der Drucksäule ist, daß ein erster Teilstrom (2, 202, 4) der auf den ersten Druck verdichteten Einsatzluft (1) in die Drucksäule (5) eingeführt wird und daß ein zweiter Teilstrom (2, 202, 6) der auf den ersten Druck verdichteten Einsatzluft (1) den Wärmeträgerstrom (6, 8, 9) bildet und der Kaltverdichtung (7) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeträgerstrom (8) stromabwärts der Kaltverdichtung (7) in indirekten Wärmeaustausch (9) mit der sauerstoffreichen Fraktion (42) stromaufwärts der Einleitung (43) in die Mischsäule (50) gebracht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Prozeßstrom (11) arbeitsleistend entspannt (12) wird und mindestens ein Teil der bei der arbeitsleistenden Entspannung (12) des Prozeßstroms erzeugten Energie zum Antrieb der Kaltverdichtung (7) eingesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein (dritter) Teilstrom (11) der Einsatzluft arbeitsleistend entspannt (12) und in die Niederdrucksäule (14) eingeleitet (13) wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der bei der arbeitsleis-

den Entspannung (12) des (dritten) Teilstroms (11) der Einsatzluft erzeugten Energie zum Antrieb der Kaltverdichtung (7) eingesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein (vierter) Teilstrom (15, 252, 20, 21) der Einsatzluft nachverdichtet (16, 216, 18), arbeitsleistend entspannt (22, 322) und in die Drucksäule (5) eingeleitet (23, 4) wird.

8. Vorrichtung zur Gewinnung eines Druckprodukts (45) durch Tieftemperaturzerlegung von Luft mit einem Rektifiziersystem, das eine Drucksäule (5) und eine Niederdrucksäule (14) aufweist, und mit

- a. einer Einsatzluftleitung (1, 4) zur Einleitung verdichteter und gereinigter Einsatzluft in die Drucksäule (5),
- b. Mitteln (24, 26) zur Einspeisung mindestens einer Fraktion aus der Drucksäule (5) in die Niederdrucksäule (14),
- c. Mitteln (41, 42, 43), um eine sauerstoffreiche Fraktion (37) aus der Niederdrucksäule (14) flüssig auf Druck zu bringen und auf eine Mischsäule (50) aufzugeben,
- d. Mitteln (1, 2, 202, 6, 7, 8, 10) zur Einleitung eines Wärmeträgers in den unteren Bereich der Mischsäule (50) und mit
- e. einer Kopfproduktleitung (44, 45) zur Entnahme eines gasförmigen Kopfprodukts aus dem oberen Bereich der Mischsäule (50) als Druckprodukt,

durch gekennzeichnet, daß

- f. die Mittel zur Einleitung eines Wärmeträgers in den unteren Bereich der Mischsäule (50) einen Kaltverdichter (7) aufweisen.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

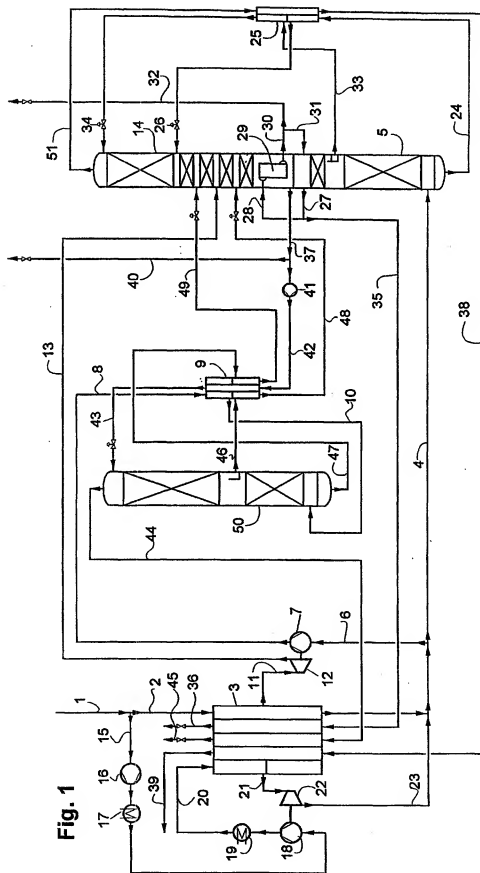


Fig. 1

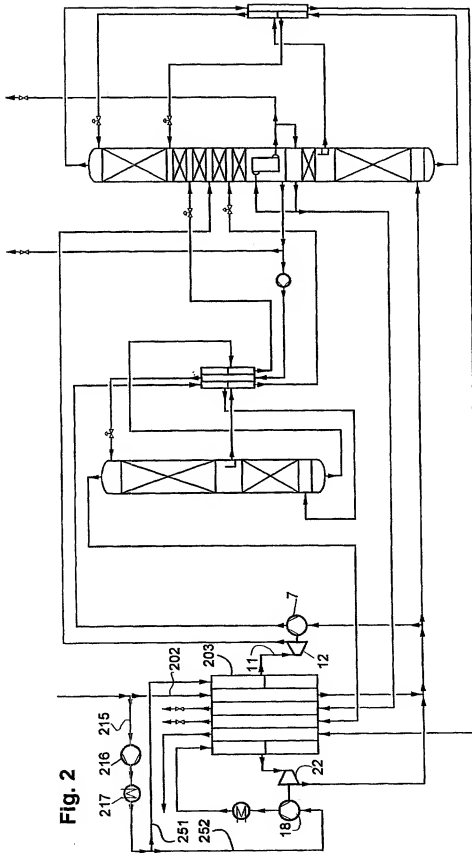


Fig. 2

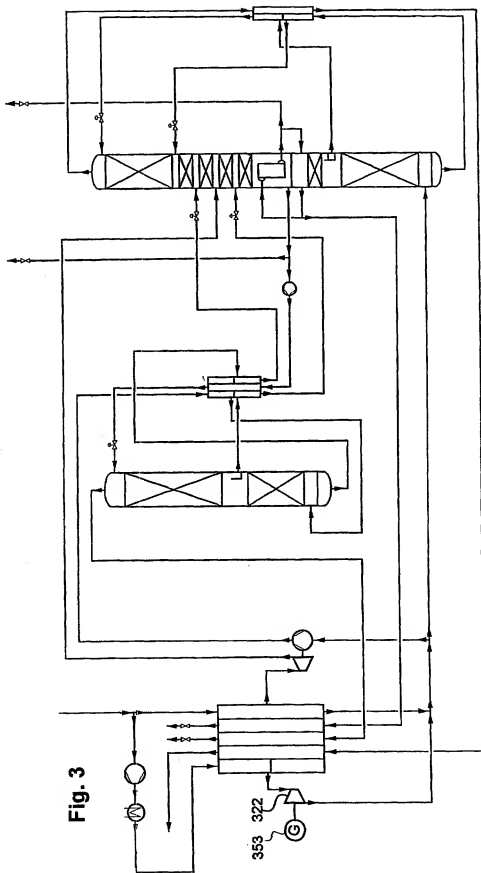


Fig. 3